

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-157478

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl.

H02P 5/00
G05B 13/02

(21)Application number : 11-329854

(71)Applicant : YASKAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 19.11.1999

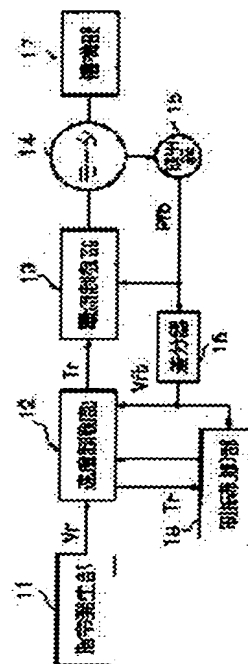
(72)Inventor : TSURUTA KAZUHIRO

(54) CONTROLLER FOR MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control a mechanical vibration by accurately measuring the vibration generated from a machine resonance system.

SOLUTION: An observer in a damping controller 18 multiplies a difference between a motor speed V_{fb} and an estimated speed mV_{fb} by multiplying a constant α ($\alpha > 0$, $\alpha = \omega_f^2$), integrates the product, subtracts the value obtained by multiplying the estimated speed mV_{fb} by multiplying a constant β ($\beta > 0$, $\beta = \omega_f / Q_f$) from the value, and adds it to a torque command T_r used in the observer.



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 速度指令を出力する指令発生部と、該速度指令とモータ速度を入力し、トルク指令を出力する速度制御部と、前記トルク指令を受けてこれを増幅し、モータに電流を出力する電流制御部と、前記モータの軸の回転位置を検出してモータ位置を出力する検出器と、前記検出器の信号を受けて前記モータ速度を出力する差分器と、前記トルク指令と前記モータ速度を入力し、該モータ速度と内部のオブザーバにより推定した推定速度の差速度を γ 倍 ($\gamma > 0$) して前記速度指令に加えることにより、前記モータにより駆動される機構部から誘発される振動を抑制する制振制御部とを備え、フィードバック制御により前記速度指令と前記モータ速度を一致させるモータの速度制御機能を備えたモータ制御装置において、前記制振制御部内の前記オブザーバは、前記モータ速度と前記推定速度の差速度を定数 α ($\alpha > 0$, $\alpha = \omega f^2$) 倍して積分し、その値から前記推定速度に定数 β 倍 ($\beta > 0$, $\beta = \omega f / Q f$) した値を減じ、オブザーバ内で使われるトルク指令に加える構成であることを特徴とするモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、モータが制御対象を駆動して位置制御ないし速度制御をする時、駆動システム全体に生じる振動を抑えるための補償手段を備えたモータ制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】FA分野の様々な機械装置にモータが用いられており、機械装置の仕様に応じてモータの位置や速度の制御が行われている。そのような機械装置はモータと制御対象の間に動力伝達機構が備えられて動力を伝えることが多い。そして、モータの回転位置を検出して位置や速度の制御をするという形態が一般的であり広く用いられている。その構成は、位置指令とモータの回転位置を入力して速度指令を出力する位置制御部と、その速度指令とモータの回転速度を入力して電流指令を出力する速度制御部と、速度制御部の指令に応じてモータに電流を供給する電流制御部とからなり、速度制御のマイナーループを備えて位置制御をするという2種ループの形態がとられている。

【0003】しかし、そのような一般的な構成をとるだけでは機械構造の共振などによってモータや制御対象の動きが振動的になり問題となることがある。このような振動問題に対して様々な制御方法や装置が開発されており、有効な技術の一つが特開平7-337057号公報に開示されている。そこに示されている技術は、モータを含む機構系を等価剛体系と機械振動系に分離し、等価剛体系のモデルに基づくオブザーバを構成して機械振動を高速で推定し、制振制御するというものである。

【0004】その構成を図3に示す。31は除算器で、トルク指令 T_r を入力してモータと負荷のイナーシャ合計値 $J = J_m + J_l$ で除算した値 T_r / J を出力する。32は加算器であり、前記 T_r / J と後述のオブザーバ補償手段の出力合計値 $d p i$ を加算して $m T_r$ を出力する。34は等価剛体モデルゲイン1、35は等価剛体モデルゲイン2、33は加算器である。34はイナーシャの項を、35は粘性摩擦の項を意味する。また、36は加算器であり、等価剛体モデル34、35から作られた推定速度 $m V f b$ と実際のモータ速度 $V f b$ を加算する。37は反転器であり、反転器37の出力が機械共振推定信号 $V i b$ である。38はオブザーバの補償手段1、39はオブザーバの補償手段2で、38は比例要素、39は積分要素であり、外乱推定信号を意味する。40はオブザーバの補償手段38と39の出力を加算する加算器であり、その出力は前述したオブザーバ補償手段38と39の出力合計値 $d p i$ である。したがって、機械共振推定信号 $V i b$ もしくは外乱推定信号をトルク指令 T_r もしくは速度指令に位相補償した後に加えることにより、機械共振を抑えることができるという効果がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが前記従来の技術では、モータ速度 $V f b$ から推定速度 $m V f b$ までの伝達関数 $G(s)$ は、

$$G(s) = \{ (\omega f / Q) * S + \omega f^2 \} / \{ S^2 + (\omega f / Q) * S + \omega f^2 \}$$

となり、 $-\omega f * Q$ というゼロ点を持つ構成になる。機械共振推定信号と外乱推定信号の推定精度を上げたい場合、オブザーバの補償手段である ωf と Q の設定値によってはオブザーバ自体が不安定になり発振してしまうという問題がある。ここに、 S はラプラス演算子である。また、元来、2慣性系に代表される振動モデルは共振周波数を ω 、ダンピング定数を D とすると、 $\omega^2 / \{ S^2 + 2 * D * \omega * S + \omega^2 \}$ となり、従来技術での補償手段ではオブザーバ自体のゼロ点の影響が機械共振推定信号と外乱推定信号に表れるため、目的とする機械共振を抑えきれないという問題がある。

【0006】本発明の目的は、機械共振系から生じる振動を正確に測定でき、機械振動を抑制できるモータ制御装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するため、本発明では、速度指令を出力する指令発生部と、速度指令とモータ速度を入力し、トルク指令を出力する速度制御部と、トルク指令を受けてこれを増幅し、モータに電流を出力する電流制御部と、モータの軸の回転位置を検出してモータ位置を出力する検出器と、検出器の信号を受けてモータ速度を出力する差分器と、トルク指令とモータ速度を入力し、モータ速度と内部のオブザーバ

(3)

3

により推定した推定速度の差速度を γ 倍 ($\gamma > 0$) して速度指令に加えることにより、モータにより駆動される機構部から誘発される振動を抑制する制振制御部とを備え、フィードバック制御により速度指令とモータ速度を一致させるモータの速度制御機能を備えたモータ制御装置において、制振制御部内のオブザーバは、モータ速度と推定速度の差速度を定数 α ($\alpha > 0$, $\alpha = \omega f^2$) 倍して積分し、その値から推定速度に定数 β 倍 ($\beta > 0$, $\beta = \omega f / Q f$) した値を減じ、オブザーバ内で使われるトルク指令に加える構成であることを特徴とするものである。

【0008】本発明においては、モータ速度 Vfb から推定速度 mVf までの伝達関数 $G(s)$ 'は、

$$G(s)' = \omega f^2 / \{S^2 + (\omega f / Q) * S + \omega f^2\}$$

となり、従来技術であった $-\omega f * Q$ というゼロ点を持たない構成になる。したがって、機械共振推定信号と外乱推定信号の推定精度を上げたい場合は、上記伝達関数の分母である特性方程式の極を安定に持っていけばオブザーバ自体を安定化できるので、オブザーバの補償手段

【0009】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0010】図1は本発明の一実施形態のモータ制御装置のブロック図である。指令発生部11は速度指令 Vr を出力する。速度制御部12は速度指令 Vr と検出されたモータ14の速度信号 Vfb を入力してトルク指令 Tr を出力し、前記2つの入力信号が一致するようにモータ14の速度制御をする。電流制御部13はトルク指令 Tr を受けてモータ14に電流を供給する。検出器15はモータ14の回転軸に接続されて回転軸の回転位置 Pfb を検出する。差分器16は検出器15の出力信号を受けて差分演算し、モータ14の速度信号 Vfb を演算する。機構部17はモータ14から駆動される。制振制御部18は、トルク指令 Tr とモータ速度 Vfb を入力し、モータ速度 Vfb と推定速度 mVf の差速度を γ 倍 ($\gamma > 0$) して速度指令 Vr に加える。

【0011】次に、本実施形態の詳細を述べる。説明を簡単にするために電流制御部13は1である (トルク指令 Tr が全くの遅れ (誤差) なくモータ電流に変換される) とし、機構部17までを含んだ制御系を図2のように仮定する。ここで、機構部17はバネ定数が $K\omega$ であり、モータ側負荷が Jm で負荷側負荷が Jl である2慣性系振動系とする。加減算器21は速度指令 Vr に制振制御部18の出力である制振制御信号 γVfb を加え、モータの速度信号 Vfb を差し引いて速度偏差 Ve を出力する。積分器22は速度偏差 Ve を時定数 Ti で積分する。乗算器23は速度指令 Vr に定数 P ($0 \leq P \leq 1$) を乗じる。加減算器24は乗算器23の出力と積分

4

器22の出力を加算して速度 Vfb を減じる。乗算器25は加減算器24の出力に速度ループゲイン Kv を乗じてトルク指令 Tr を出力する。26は制御対象を2慣性系モデルで考えた場合のモータ側負荷であり、27はバネ定数、28は負荷側負荷、29、2aは減算器である。また、除算器2bは、トルク指令 Tr を入力してこれをモータと負荷のイナーシャ合計値 $J = Jm + Jl$ で除算した値 Tr/J を出力する。加算器2cは前記 Tr/J と後述のオブザーバ補償手段の出力合計値 dip を加算して mTr を出力する。2dは等価剛体モデルゲイン1、2eは等価剛体モデルゲイン2、2fは加算器である。また、加算器2gは等価剛体モデル2d、2eから作られた推定速度 $mVfb$ と実際のモータ速度 Vfb を加算する。この加算器2gの出力が機械共振推定信号 Vib である。2hはオブザーバの補償手段1、2iはオブザーバの補償手段2で、2hは定数 β であり、2iは定数 α (請求項1) である。2jはオブザーバの補償手段2hと2iの出力を加算する加算器であり、その出力は前述したオブザーバ補償手段の出力合計値 dip である。

【0012】本実施形態において、モータ速度 Vfb から推定速度 $mVfb$ までの伝達関数 $G(s)$ 'は、

$$G(s)' = \omega f^2 / \{S^2 + (\omega f / Q) * S + \omega f^2\}$$

となり、従来技術であった $-\omega f * Q$ というゼロ点を持たない構成になる。したがって、機械共振推定信号 Vib と外乱推定信号の推定精度を上げたい場合は、上記伝達関数の分母である特性方程式の極を安定に持っていけばオブザーバ自体を安定化できるので、オブザーバの補償手段の設計が非常に簡単になる。

【0013】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、機械共振系から生じる振動を正確に推定できるとともに、補償器の設計が非常に簡単になり、機械振動を抑制できるモータ制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態のモータ制御装置のブロック図である。

【図2】図1の実施形態の詳細を説明する図である。

【図3】従来技術の説明図である。

【符号の説明】

11	指令発生部
12	速度制御部
13	電流制御部
14	モータ制御部
15	検出器
16	差分器
17	機構部
18	制振制御部
21, 29, 2a	減算器

(4)

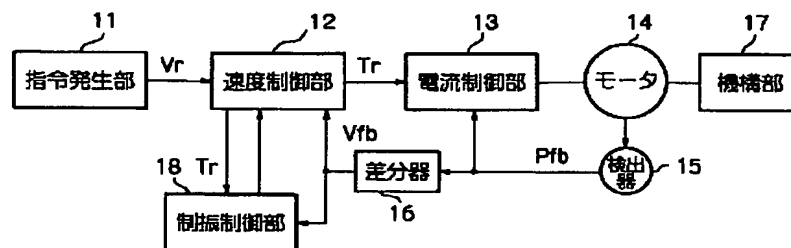
5

6

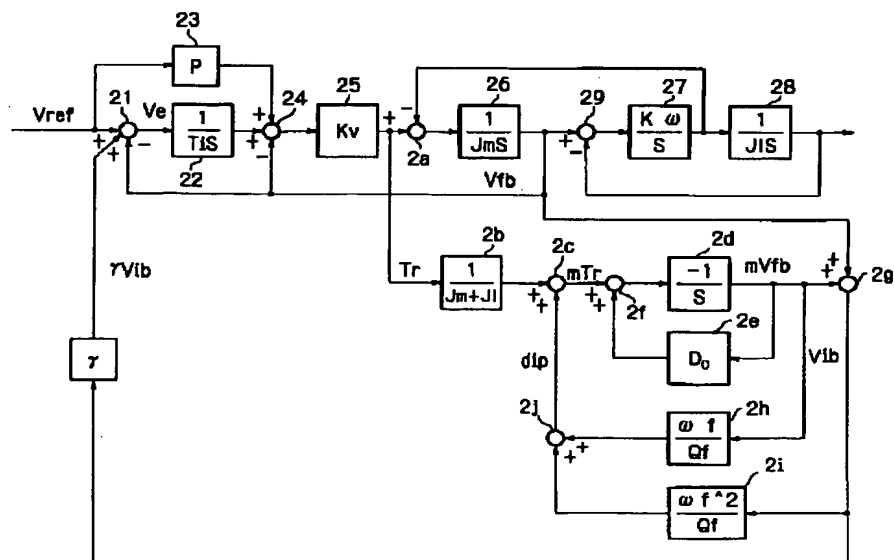
- 2 2 ・積分器
- 2 3, 2 5 乗算器
- 2 4 加減算器
- 2 6 モータ側負荷
- 2 7 バネ定数
- 2 8 負荷側負荷
- 2 b 除算器
- 2 c, 2 f、2 g
- 2 d 等価剛体モデル
- 2 e 等価剛体モデル
- 2 h オブザーバ補
- 2 i オブザーバ補
- 2 j 加算器

- | | |
|--------------------|--------------|
| 3 1 | 除算器 |
| 3 2, 3 3, 3 6, 3 a | 加算器 |
| 3 4 | 等価剛体モデルゲイン 1 |
| 3 5 | 等価剛体モデルゲイン 2 |
| 3 7 | 反転器 |
| 3 8 | オブザーバ補償手段 1 |
| 3 9 | オブザーバ補償手段 2 |
| V r | 速度指令 |
| T r | トルク指令 |
| 10 V f b | モータ速度 |
| V i b | 機械共振推定信号 |
| P f b | 回転位置 |
| m V f b | 推定速度 |

【図 1】



【図 2】



(5)

【図3】

